

Rec'd PCT/PTO 24 JUN 2005
PCT/JP03/15941
10/540765
12.12.03

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

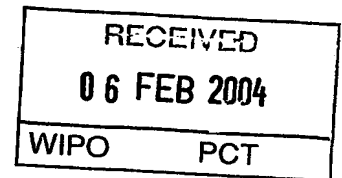
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 2 年 1 2 月 2 5 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 2 - 3 7 3 4 1 4
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 7 3 4 1 4]

出 願 人
Applicant(s): ソニー株式会社

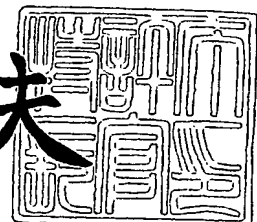


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 1 月 2 3 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 0290617704
【提出日】 平成14年12月25日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H01L 27/14
【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

【氏名】 松本 光市

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

【識別番号】 100086298

【弁理士】

【氏名又は名称】 船橋 國則

【電話番号】 046-228-9850

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007364

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9904452

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 固体撮像素子およびその電荷転送方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光電変換部と電荷転送部とが積層構造を有する固体撮像素子であって、

前記光電変換部は、第 1 光電変換部と前記第 1 光電変換部が受光する光よりも短い波長の光を受光する第 2 光電変換部とがポテンシャル障壁部を介して隣接して配置され、

前記第 1 光電変換部下には、前記第 1 光電変換部で生成した電荷を前記第 2 光電変換部下に設けられた電荷転送部に移送する読み出しゲートが備えられていることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項 2】 前記第 1 光電変換部は赤色の光もしくは緑色の光を光電変換するものからなり、

前記第 2 光電変換部は青色の光を光電変換するものからなることを特徴とする請求項 1 記載の固体撮像素子。

【請求項 3】 前記第 1 光電変換部は赤色の光を光電変換するものからなり、

前記第 2 光電変換部は緑色の光を光電変換するものからなることを特徴とする請求項 1 記載の固体撮像素子。

【請求項 4】 光電変換部と電荷転送部とが積層構造を有する固体撮像素子であって、

前記光電変換部は、第 1 光電変換部と前記第 1 光電変換部が受光する光よりも短い波長の光を受光する第 2 光電変換部とがポテンシャル障壁部を介して隣接して配置され、

前記第 1 光電変換部下には第 1 電荷転送部が配置され、

前記第 1 光電変換部の側部には前記第 1 光電変換部で光電変換された電荷を前記第 1 電荷転送部に移送する第 1 読み出しゲートが配置され、

前記第 2 光電変換部下には第 2 電荷転送部が配置され、

前記第 2 光電変換部の側部には前記第 2 光電変換部で光電変換された電荷を前

記第 2 電荷転送部に移送する第 2 読み出しゲートが配置され、

前記第 1 電荷転送部と前記第 2 電荷転送部との間には前記第 1 電荷転送部に蓄積された電荷を前記第 2 電荷転送部に移送する転送ゲートが備えられていることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項 5】 前記第 1 光電変換部は赤色の光もしくは緑色の光を光電変換するものからなり、

前記第 2 光電変換部は青色の光を光電変換するものからなることを特徴とする請求項 4 記載の固体撮像素子。

【請求項 6】 前記第 1 光電変換部は赤色の光を光電変換するものからなり、

前記第 2 光電変換部は緑色の光を光電変換するものからなることを特徴とする請求項 4 記載の固体撮像素子。

【請求項 7】 第 1 光電変換部と前記第 1 光電変換部が受光する光よりも短い波長の光を受光する第 2 光電変換部とがポテンシャル障壁を介して隣接して配置され、

前記第 1 光電変換部下には、前記第 1 光電変換部で生成した電荷を前記第 2 光電変換部下に設けられた電荷転送部に移送する読み出しゲートが備えられ、

前記第 2 光電変換部下には電荷転送部が備えられている固体撮像素子の電荷転送方法であって、

前記第 1 光電変換部で光電変換により生成された電荷は、前記読み出しゲートにより前記電荷転送部に移送され、さらに前記電荷転送部により転送されることを特徴とする固体撮像素子の電荷転送方法。

【請求項 8】 前記第 1 光電変換部は赤色の光もしくは緑色の光を光電変換するものからなり、

前記第 2 光電変換部は青色の光を光電変換するものからなることを特徴とする請求項 7 記載の固体撮像素子の電荷転送方法。

【請求項 9】 前記第 1 光電変換部は赤色の光を光電変換するものからなり、

前記第 2 光電変換部は緑色の光を光電変換するものからなる

ことを特徴とする請求項 7 記載の固体撮像素子の電荷転送方法。

【請求項 10】 第 1 光電変換部と前記第 1 光電変換部が受光する光よりも短い波長の光を受光する第 2 光電変換部とがポテンシャル障壁部を介して隣接して配置され、

前記第 1 光電変換部下には第 1 電荷転送部が配置され、

前記第 1 光電変換部の側部には前記第 1 光電変換部で光電変換された電荷を前記第 1 電荷転送部に移送する第 1 読み出しゲートが配置され、

前記第 2 光電変換部下には第 2 電荷転送部が配置され、

前記第 2 光電変換部の側部には前記第 2 光電変換部で光電変換された電荷を前記第 2 電荷転送部に移送する第 2 読み出しゲートが配置され、

前記第 1 電荷転送部と前記第 2 電荷転送部との間には前記第 1 電荷転送部に蓄積された電荷を前記第 2 電荷転送部に移送する転送ゲートが備えられている固体撮像素子の電荷転送方法であって、

前記第 1 光電変換部で光電変換により生成された電荷は、前記第 1 読み出しゲートにより前記第 1 電荷転送部に移送され、さらに前記転送ゲートにより前記第 2 電荷転送部に転送され、さらに前記第 2 電荷転送部により転送される

ことを特徴とする固体撮像素子の電荷転送方法。

【請求項 11】 前記第 1 光電変換部は赤色の光もしくは緑色の光を光電変換するものからなり、

前記第 2 光電変換部は青色の光を光電変換するものからなる

ことを特徴とする請求項 10 記載の固体撮像素子の電荷転送方法。

【請求項 12】 前記第 1 光電変換部は赤色の光を光電変換するものからなり、

前記第 2 光電変換部は緑色の光を光電変換するものからなる

ことを特徴とする請求項 10 記載の固体撮像素子の電荷転送方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、固体撮像素子および電荷転送方法に関し、詳しくは赤色センサ部で

発生するスミアの低減を図った固体撮像素子および電荷転送方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

半導体を用いた最近の固体撮像素子は、画素素子のサイズを縮小化することにより、チップ面積が縮小され、またチップ単価が安くなり、さらに撮像装置（カメラシステム）自体の大きさも縮小することができていた。

【0 0 0 3】

撮像素子は、レンズから入射する光を信号電荷に変換する光電変換装置と、信号電荷を出力電圧に変換するアンプまで届ける転送 C C D（Charge Coupled Device）から主に構成される。撮像素子中の 1 つの画素セルは、光電変換装置と転送 C C D が横に配置されるのが典型的である。しかしながら、上記配置で画素素子のサイズを縮小化することは、製造上、難しくなっている。それを解決すべく、最近、上部に光電変換装置を形成し、下部に転送 C C D を形成する積層構造の固体撮像素子が提案されている（例えば、特許文献 1 参照。）。

【0 0 0 4】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 1 - 2 5 7 3 3 7 号公報（第 3 - 4 頁、図 2）

【0 0 0 5】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の技術では、R G B（R：赤、G：緑、B：青）の各画素は赤・緑・青の各画素に対応する転送 C C D を分け隔てず、光電変換素子下に形成している。そのため、R G B の画素のうち、赤色などの長波長光は光電変換装置を突き抜け、転送 C C D に光が進入し、転送している最中の信号電荷にノイズ信号が混入するというスミア問題が発生する。そこで、光電変換部の深さをパラメータとして、転送 C C D の半導体領域の深さに対するスミアの発生率を調べた。その結果を図 9 に示す。図 9 では、光電変換部の深さをパラメータとし、縦軸にスミアの発生率（累積発生率）を示し、横軸に転送 C C D の半導体領域の深さを示した。また図 9 の（1）には波長が 7 0 0 n m の赤色光の場合を示し、図 9 の（2）には波長が 5 5 0 n m の緑色光の場合を示した。例えば、光電変換部の

深さ $X = 5 \mu\text{m}$ で、転送 CCD の半導体領域の深さ $\Delta X = 0.5 \mu\text{m}$ の構造では、波長が 700 nm (赤色) の光に対しては図 9 の (1) に示すようにスミアの発生率は 4 % 近くになり、一方、波長が 550 nm (緑色) の光に対しては図 9 の (2) に示すようにスミアの発生率は 1 % 程度であった。このように、赤色の光に対して、スミアの発生率が非常に高くなることがわかった。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記課題を解決するためになされた固体撮像素子および電荷転送方法である。

【0007】

本発明の第 1 固体撮像素子は、光電変換部と電荷転送部とが積層構造を有する固体撮像素子であって、前記光電変換部は、第 1 光電変換部と前記第 1 光電変換部が受光する光よりも短い波長の光を受光する第 2 光電変換部とがポテンシャル障壁部を介して隣接して配置され、前記第 1 光電変換部下には、前記第 1 光電変換部で生成した電荷を前記第 2 光電変換部下に設けられた電荷転送部に移送する読み出しゲートが備えられているものである。

【0008】

上記第 1 固体撮像素子では、例えば赤色 (緑色) 光のような長波長の光は、長波長の光のみを受光する第 1 光電変換部で光電変換により信号電荷に変換され、この信号電荷は読み出しゲートにより第 1 光電変換部の受光波長よりも短い波長の光 (例えば青色光) を受光する第 2 光電変換部下に形成された電荷転送部に移送され、さらにこの電荷転送部により転送される。したがって長波長の光を受光する第 1 光電変換部下では長波長光の電荷転送を行わないので、従来のように、赤色などの長波長光が光電変換部下に突き抜けたとしても、長波長光の電荷を転送する電荷転送部に長波長光が進入しない。このため、長波長光の電荷を転送している最中の信号電荷にノイズ信号が混入するというスミア問題が発生しなくなる。

【0009】

本発明の第 2 固体撮像素子は、光電変換部と電荷転送部とが積層構造を有する

固体撮像素子であって、前記光電変換部は、第1光電変換部と前記第1光電変換部が受光する光よりも短い波長の光を受光する第2光電変換部とがポテンシャル障壁部を介して隣接して配置され、前記第1光電変換部下には第1電荷転送部が配置され、前記第1光電変換部の側部には前記第1光電変換部で光電変換された電荷を前記第1電荷転送部に移送する第1読み出しゲートが配置され、前記第2光電変換部下には第2電荷転送部が配置され、前記第2光電変換部の側部には前記第2光電変換部で光電変換された電荷を前記第2電荷転送部に移送する第2読み出しゲートが配置され、前記第1電荷転送部と前記第2電荷転送部との間には前記第1電荷転送部に蓄積された電荷を前記第2電荷転送部に移送する転送ゲートが備えられているものである。

【0010】

上記第2固体撮像素子では、例えば赤色（緑色）光のような長波長光は、長波長光のみを受光する第1光電変換部で光電変換により信号電荷に変換され、この信号電荷は第1読み出しゲートにより第1電荷転送部に移送蓄積され、所定のタイミングにより転送ゲートにより短波長（青色）光を受光する第2光電変換部下に設けられた第2電荷転送部に移送され、さらに第2電荷転送部により例えば最終段に転送される。一方、第1光電変換部の受光波長よりも短い波長の光は、第2光電変換部で光電変換により信号電荷に変換され、第2電荷転送部で電荷転送を行っていないタイミングにおいて、この信号電荷は第2読み出しゲートにより第2電荷転送部に移送され、第2電荷転送部により例えば最終段に転送される。したがって長波長の光を受光する第1光電変換部下では電荷転送を行わないので、従来のように、赤色（緑色）光などの長波長光が第1光電変換部下まで突き抜けて電荷転送部に進入し、転送している最中の信号電荷にノイズ信号が混入するというスミア問題が発生しなくなる。

【0011】

本発明の固体撮像素子の第1電荷転送方法は、第1光電変換部と前記第1光電変換部が受光する光よりも短い波長の光を受光する第2光電変換部とがポテンシャル障壁を介して隣接して配置され、前記第1光電変換部下には、前記第1光電変換部で生成した電荷を前記第2光電変換部下に設けられた電荷転送部に移送す

る読み出しゲートが備えられ、前記第2光電変換部下には電荷転送部が備えられている固体撮像素子の電荷転送方法であって、前記第1光電変換部で光電変換により生成された電荷は、前記読み出しゲートにより前記電荷転送部に移送され、さらに前記電荷転送部により転送される。

【0012】

上記固体撮像素子の第1電荷転送方法では、例えば赤色（緑色）光のような長波長光は、長波長光のみを受光する第1光電変換部で光電変換により電荷に変換され、この電荷は読み出しゲートにより第1光電変換部の受光波長よりも短い波長の光を受光する第2光電変換部下に形成された電荷転送部に移送され、さらにこの電荷転送部により転送される。したがって長波長の光を受光する第1光電変換部下では電荷転送を行わないので、従来のように、赤色などの長波長光が光電変換部を突き抜け、電荷転送部に光が進入し、転送している最中の信号電荷にノイズ信号が混入するというスミア問題が発生しなくなる。

【0013】

本発明の固体撮像素子の第2電荷転送方法は、第1光電変換部と前記第1光電変換部が受光する光よりも短い波長の光を受光する第2光電変換部とがポテンシャル障壁部を介して隣接して配置され、前記第1光電変換部下には第1電荷転送部が配置され、前記第1光電変換部の側部には前記第1光電変換部で光電変換された電荷を前記第1電荷転送部に移送する第1読み出しゲートが配置され、前記第2光電変換部下には第2電荷転送部が配置され、前記第2光電変換部の側部には前記第2光電変換部で光電変換された電荷を前記第2電荷転送部に移送する第2読み出しゲートが配置され、前記第1電荷転送部と前記第2電荷転送部との間には前記第1電荷転送部に蓄積された電荷を前記第2電荷転送部に移送する転送ゲートが備えられている固体撮像素子の電荷転送方法であって、前記第1光電変換部で光電変換により生成された電荷は、前記第1読み出しゲートにより前記第1電荷転送部に移送され、さらに前記転送ゲートにより前記第2電荷転送部に転送され、さらに前記第2電荷転送部により転送される。

【0014】

上記固体撮像素子の第2電荷転送方法では、例えば赤色（緑色）光のような長

波長光は、長波長光のみを受光する第1光電変換部で光電変換により信号電荷に変換され、この信号電荷は第1読み出しゲートにより第1電荷転送部に移送、蓄積され、所定のタイミングにより転送ゲートにより第2電荷転送部に移送され、さらに第2電荷転送部により例えば最終段に転送される。一方、第1光電変換部の受光波長よりも短い波長の光は、第2光電変換部で光電変換により信号電荷に変換され、第2電荷転送部で電荷転送を行っていないタイミングにおいて、この信号電荷は第2読み出しゲートにより第2電荷転送部に移送され、第2電荷転送部により例えば最終段に転送される。したがって長波長の光を受光する第1光電変換部下では電荷転送を行わないので、従来のように、赤色（緑色）光などの長波長光が光電変換部下まで突き抜け、電荷転送部に光が進入し、転送している最中の信号電荷にノイズ信号が混入するというスミア問題が発生しなくなる。

【0015】

【発明の実施の形態】

本発明の第1固体撮像素子およびその第1電荷転送方法に係る実施の形態を、図1（1）の平面レイアウト図および図1（2）の概略構成断面図によって説明する。

【0016】

図1（1）に示すように、本発明の固体撮像素子では、一例として、赤色光を受光する第1光電変換部21（赤色光電変換部21R）と緑色光を受光する第1光電変換部21（緑色光電変換部21G）とが交互に例えば垂直転送方向に配列され、且つ一对の赤色光電変換部21Rと緑色光電変換部21Gとに隣接して青色光を受光する第2光電変換部22（青色光電変換部22B）が配列されている。この配列は例えば垂直転送方向に配列されている。

【0017】

上記固体撮像素子の構成において、本発明の電荷転送方法の基本形を説明する。本発明の電荷転送方法は、RGB（R：赤、G：緑、B：青）の光のうち、赤色（場合によっては緑色も含む）光のような波長の長い光を受光して光電変換する赤色光電荷変換部21R（または緑色光電変換部21G）で光電変換された信号電荷を、赤色光もしくは緑色光よりも波長の短い光、例えば青色光を光電変換

する青色光電変換部 22B 下に設けられた電荷転送部（転送 CCD）へ移送し、さらにその信号電荷を青色光電変換部 22B 下に設けられた電荷転送部（転送 CCD）で増幅器（図示せず）へ転送するという方法である。図面に示す矢印は信号電荷の転送方向を示すものである。

【0018】

固体撮像素子においては、RGB（R：赤、G：緑、B：青）のうち、通常、赤色（場合によっては緑色も含む）光のような長波長の光は半導体層からなる光電変換部をほとんど透過する。そこで上記固体撮像素子の電荷転送方法の基本形を実現するには、赤色光もしくは緑色光を受光する第 1 光電変換部 21（赤色光電変換部 21R もしくは緑色光電変換部 21G）下には、電荷転送部を設けず、赤色（場合によっては緑色も含む）光のような波長の長い光を受光して光電変換する第 1 光電荷変換部 21（21R、21G）下に、青色光のような赤色光よりも波長の短い光を光電変換する第 2 光電変換部 22（青色光電変換部 22B）下に設けられた電荷転送部（転送 CCD）へ信号電荷を移送する読み出しゲートを設け、この読み出しゲートによって上記第 1 光電変換部 21R（または 21G）で光電変換により得られた信号電荷を上記電荷転送部に移送し、さらにその信号電荷を電荷転送部で増幅器（図示せず）へ転送するようにすればよい。

【0019】

これは、青色光のような短波長の光は、ほとんど半導体表面で光電変換されるので、第 2 光電変換部 22 下の電荷転送部（転送 CCD）に到達することは無く、そこで光電変換が行われて電荷が発生することが無いためである。したがって、赤色光の信号電荷は短波長（青色）光を受光する第 2 光電変換部 22 下の電荷転送部を流れて、増幅器（図示せず）に転送されることになる。よって、赤色光に対して、電荷転送部に光が進入し、転送している最中の信号電荷にノイズ信号が混入するというスミアが発生することが防止される。

【0020】

次に、上記本発明の第 1 電荷転送方法を実現する本発明の第 1 固体撮像素子に係わる実施の形態の構成について、図 1 の（2）の概略構成断面図によって説明する。図 1 の（2）では、一例として赤色光電変換部と青色光電変換部について

説明する。なお、緑色光電変換部については、赤色光電変換部と置換えた構成となる。

【0021】

図1の(2)に示すように、本発明の固体撮像素子の基本構成は、半導体層11を備え、この半導体層11には、長波長(例えば赤色)光LLを受光して光電変換する第1光電変換部(赤色光電変換部21R)と短波長(例えば青色)光LSを受光して光電変換する第2光電変換部22(青色光電変換部22B)とがポテンシャル障壁部12により区分されて隣接して配置されている。上記半導体層11は、例えばSOI(Silicon on insulator)層で形成される。そして、赤色光電変換部21R上には赤色フィルタ71Rが形成され、図示はしないが緑色光電変換部上には緑色フィルタが形成され、青色光電変換部22B上には青色フィルタ71Bが形成されている。

【0022】

例えば、前記図1(1)の平面レイアウト図に示すように、赤色光を受光する第1光電変換部21(赤色光電変換部21R)と緑色光を受光する第1光電変換部21(緑色光電変換部21G)とが交互に例えば垂直転送方向に配列され、且つ一対の赤色光電変換部21Rと緑色光電変換部21Gとに隣接して青色光を受光する第2光電変換部22(青色光電変換部22B)が垂直転送方向に配列されている。

【0023】

今、赤色光電変換部21Rと青色光電変換部22Bとに着目して以下に説明する。上記赤色光電変換部21Rは半導体層11の底部($X + \Delta X$)まで深く形成され、この赤色光電変換部21Rにポテンシャル障壁12を介して隣接する青色光電変換部22Bは半導体層11の上部に形成されている。また、青色光電変換部22B下の半導体層11にはポテンシャル障壁12を介して深さXの位置より半導体層11の底部まで厚さ ΔX の電荷転送部のチャネル領域51が形成されている。上記半導体層11下には、絶縁膜(ゲート絶縁膜)31を介して、赤色光電変換部21R下に読み出しゲート42が形成され、青色光電変換部22B下に転送ゲート53が形成されている。図示はしないが、緑色光を受光する光電変換

部は、上記赤色光を受光する赤色光電変換部 21R と同様な構成をとることができる。また、青色光電変換部 22B の側部にはポテンシャル障壁 12、ゲート絶縁膜 35 を介して青色光を読み出す縦型の読み出しゲート 52 が形成されている。

【0024】

上記構成では、赤色光（および緑色光）を受光する赤色光電変換部 21R（21G）の直下には、ゲート絶縁膜 31 を介して読み出しゲート 42 が存在し、電荷転送部（転送 CCD）は存在しない。したがって、赤色（緑色）光を受光した赤色光電変換部 21R（緑色光電変換部 21G）は半導体層 11 下まで光電変換領域が形成されており、この赤色光電変換部 21R（緑色光電変換部 21G）で光電変換されて得られた信号電荷は、埋め込み酸化膜（図示せず）中にある読み出しゲート 42 で青色光電変換部 22B 下に形成されている電荷転送部（転送 CCD）50 に移さる（矢印ア方向）。さらにこの信号電荷は電荷転送部 50 で例えば最終段まで転送される（矢印ウ方向）。

【0025】

一方、青色光を受光する青色光電変換部 22B で生成された信号電荷は、その左端にある縦型の読み出しゲート 52 により、電荷転送部（転送 CCD）50 に移される（矢印イ方向）。さらにこの電荷転送部 50 で例えば最終段まで転送される（矢印ウ方向）。

【0026】

次に、第 1 固体撮像素子の転送ゲート電極および読み出しゲート電極を、図 2（1）の平面レイアウト図および図 2（2）の概略構成断面図によって詳細に説明する。なお、図（2）は図（1）の主にゲート電極の A-A 線断面を示す。

【0027】

図 2 に示すように、半導体層（例えば SOI 層）11 には RGB の各色をそれぞれに受光する赤色光電変換部 21R、緑色光電変換部 21G、青色光電変換部 22B が図示されないポテンシャル障壁により区分されて配置されている。すなわち、赤色光電変換部 21R と緑色光電変換部 21G とは交互に垂直転送方向に配列されており、赤色光電変換部 21R と緑色光電変換部 21G とを一对にした

その横方向（水平転送方向）に青色光電変換部 22B が備えられている。上記赤色光電変換部 21R および緑色光電変換部 21G が形成された半導体層 11 下には絶縁膜（例えばゲート絶縁膜）を介して、赤色光電変換部 21R と緑色光電変換部 21G とから電荷転送部（転送 CCD）への読み出しを可能とするもので垂直転送方向に延設された読み出しゲート 42 (ϕA , ϕB , ...) が設けられている。この読み出しゲート ϕA , ϕB , ... に直交する水平転送方向には転送ゲート 53 ($\phi 1$, $\phi 2$, ...) が配置されている。この転送ゲート $\phi 1$, $\phi 2$, ... は、青色光電変換部 22B 下ではゲート絶縁膜 31 を介して、赤色光電変換部 21R および緑色光電変換部 21G では上記読み出しゲート ϕA , ϕB , ... 下に絶縁膜 37 を介するようにして、連続的に配置されている。

【0028】

上記構成の固体撮像素子 1 における信号電荷の読み出し例を以下に説明する。青色の信号電荷読み出し動作は、読み出しゲート ϕA , ϕB に対して垂直な転送ゲート $\phi 1$, $\phi 2$, ... を配置することによって可能となる。転送動作は水平方向に配設されている転送ゲート $\phi 1$, $\phi 2$, ... の印加電圧を変化させることによって青色光電変換部 22B 下の電荷転送部（転送 CCD）で行われる。緑色光電変換部 21G や赤色光電変換部 21R が形成される半導体層（例えば SOI 層）11 直下には読み出しゲート ϕA , ϕB が形成されていて、転送ゲート $\phi 1$, $\phi 2$ は読み出しゲート ϕA , ϕB を介して配置されているので、緑色、赤色の露光波長の光には影響されない。

【0029】

次に、上記第 1 固体撮像素子の読み出し動作の一例を、図 3 のタイミングチャートによって説明する。

【0030】

図 3 に示すように、読み出しゲート ϕA が ON の時、例えば、緑色信号を読み出すときは、転送ゲート $\phi 1$, $\phi 3$ （図示せず）, ... も ON であり、したがって、読み出しゲート ϕA によって緑色光電変換部で光電変換されて生成された緑色信号は、転送ゲート $\phi 1$, $\phi 3$, ... の電荷転送部に送られ、さらに転送ゲート $\phi 1$, $\phi 3$ （図示せず）, ... によって図示はしない増幅器に転送される。また、赤

色信号を読み出すときは、緑色信号を読み出した後、緑色信号に赤色信号が読み込まれないようにするために必要な所定時間Tをおいてから、転送ゲート $\phi 2$, $\phi 4$ (図示せず), ...がONになっていて、読み出しゲート ϕA によって赤色光電変換部で光電変換されて生成された赤色信号が電荷転送部に送られ、さらに転送ゲートによって図示はしない増幅器に転送される。

【0031】

次に、本発明の第2固体撮像素子およびその第2電荷転送方法に係わる実施の形態の構成について、図4の概略構成断面図によって説明する。図4に示す構成例は、前記図1の(2)に示した構成とは異なり、赤(あるいは緑)の光電変換素子の下に転送CCDを有する構成である。図4では、一例として赤色光電変換部と青色光電変換部について説明する。

【0032】

図4に示すように、本発明の第2固体撮像素子の基本構成は、半導体層11を備え、この半導体層11には、長波長(例えば赤色)光LLを受光して光電変換する第1光電変換部21(赤色光電変換部21R)と短波長(例えば青色)光LSを受光して光電変換する第2光電変換部22(青色光電変換部22B)とがポテンシャル障壁部12により区分されて隣接して配置されている。上記半導体層11は、例えばSOI(Silicon on insulator)層で形成される。そして、赤色光電変換部21R上には赤色フィルタ71Rが形成され、図示はしないが緑色光電変換部上には緑色フィルタが形成され、青色光電変換部22B上には青色フィルタ71Bが形成されている。

【0033】

例えば、前記図1(1)の平面レイアウト図に示すように、赤色光を受光する第1光電変換部21(赤色光電変換部21R)と緑色光を受光する第1光電変換部21(緑色光電変換部21G)とが交互に例えば垂直転送方向に配列され、且つ一对の赤色光電変換部21Rと緑色光電変換部21Gとに隣接して青色光を受光する第2光電変換部22(青色光電変換部22B)が垂直転送方向に配列されている。

【0034】

今、赤色光電変換部 2 1 R と青色光電変換部 2 2 B とに着目して以下に説明する。半導体層 1 1 の上部には、上記赤色光電変換部 2 1 R と、上記青色光電変換部 2 2 B とがポテンシャル障壁 1 2 を介して隣接する状態に形成されている。また、赤色光電変換部 2 1 R 下の半導体層 1 1 にはポテンシャル障壁 1 2 を介してその半導体層 1 1 の底部まで電荷保持転送部 4 0 のチャネル領域 4 1 が形成されている。また、青色光電変換部 2 2 B 下の半導体層 1 1 にはポテンシャル障壁 1 2 を介してその半導体層 1 1 の底部まで電荷転送部のチャネル領域 5 1 が形成されている。上記チャネル領域 4 1、5 1 間にはポテンシャル障壁 1 2 が形成されている。

【0035】

上記赤色光電変換部 2 1 R の側部にはポテンシャル障壁 1 2、ゲート絶縁膜 3 3 を介して赤色光を読み出す縦型の第 1 読み出しゲート 4 5 が形成されている。一方、上記青色光電変換部 2 2 B の側部にはポテンシャル障壁 1 2、ゲート絶縁膜 3 5 を介して青色光を縦型の読み出す第 2 読み出しゲート 5 5 が形成されている。

【0036】

上記半導体層 1 1 下には、絶縁膜（ゲート絶縁膜）3 1 を介して、赤色光電変換部 2 1 R 下に保持ゲート 4 3 が形成され、青色光電変換部 2 2 B 下に転送ゲート 5 3 が形成されている。さらに、保持ゲート 4 3 と転送ゲート 5 3 との間には赤色の電荷保持転送部 4 0 から青色の電荷転送部 5 0 へ電荷を転送する転送ゲート 4 7 が形成されている。図示はしないが、緑色光を受光する光電変換部、電荷保持転送部は、上記赤色光を受光する赤色光電変換部 2 1 R、電荷保持転送部 4 0 と同様な構成をとることができる。

【0037】

上記構成では、赤色光（および緑色光）を受光する赤色光電変換部 2 1 R（2 1 G）の直下には、ポテンシャル障壁 1 2 を介して電荷保持転送部 4 0（チャネル領域 4 1、ゲート絶縁膜 3 1 および保持ゲート 4 3）が存在していて、垂直方向に電荷を転送する電荷転送部（転送 CCD）は存在しない。したがって、赤色（緑色）光を受光した赤色光電変換部 2 1 R（緑色光電変換部 2 1 G）では、光

電変換により得られた赤色（緑色）信号を第1読み出しゲート45により電荷保持転送部40に移送し、一旦電荷保持転送部40に蓄積する。そして、蓄積された信号電荷は、所定のタイミングで、転送ゲート47により電荷保持転送部40から青色の電荷転送部50（チャネル領域51、ゲート絶縁膜31および転送ゲート53）に移され（矢印ア方向）、さらにこの電荷転送部50で例えば最終段まで転送される（矢印ウ方向）。

【0038】

一方、青色光を受光する青色光電変換部22Bで生成された信号電荷はその左端にある第2読み出しゲート55により、電荷転送部50に移され（矢印イ方向）、さらにこの電荷転送部50で例えば最終段まで転送される（矢印ウ方向）。

【0039】

次に、第2固体撮像素子の転送ゲート電極および読み出しゲート電極を、図5（1）の平面レイアウト図および図5（2）の概略構成断面図によって詳細に説明する。なお、図（2）は図（1）の主にゲート電極のA-A線断面を示す。

【0040】

図5に示すように、半導体層（例えばSOI層）11にはRGBの各色をそれぞれに受光する赤色光電変換部21R、緑色光電変換部21G、青色光電変換部22Bが図示されないポテンシャル障壁により区分されて配置されている。すなわち、赤色光電変換部21Rと緑色光電変換部21Gとは交互に垂直転送方向に配列されており、赤色光電変換部21Rと緑色光電変換部21Gとを一对にしたその横方向（水平転送方向）に青色光電変換部22Bが備えられている。

【0041】

上記赤色光電変換部21Rおよび緑色光電変換部21Gが形成された半導体層11下には、絶縁膜（例えばゲート絶縁膜）を介して、赤色光電変換部21Rと緑色光電変換部21Gとから読み出された電荷を一旦保持する電荷保持転送部40の保持ゲート43（V_h）が例えば垂直転送方向に設けられている。さらに赤色光電変換部21Rおよび緑色光電変換部21Gと青色光電変換部22Bとの間の半導体層11下には、絶縁膜（例えばゲート絶縁膜）を介して、上記保持ゲートV_hと平行に、電荷保持転送部40から青色光電変換部22B下に形成されて

いる電荷転送部 50 へ電荷を転送する転送ゲート 47 ($\phi a, \phi b, \dots$) が設けられている。さらに、保持ゲート V_h および転送ゲート $\phi a, \phi b, \dots$ に直交する水平転送方向には信号電荷を例えば最終段に転送する転送ゲート 53 ($\phi 1, \phi 2, \dots$) が配置されている。この転送ゲート $\phi 1, \phi 2, \dots$ は、青色光電変換部 22B 下ではゲート絶縁膜 31 を介して、赤色光電変換部 21R および緑色光電変換部 21G では上記保持ゲート V_h および転送ゲート $\phi a, \phi b, \dots$ 下の絶縁膜 37 を介するようにして、連続的に配置されている。

【0042】

上記構成の固体撮像素子 2 における信号電荷の読み出し例を以下に説明する。青色の信号電荷読み出し動作は、保持ゲート V_h, V_h, \dots に対して垂直な転送ゲート $\phi 1, \phi 2, \dots$ を配置することによって可能となる。転送動作は水平方向に配設されている転送ゲート $\phi 1, \phi 2, \dots$ の印加電圧を変化させることによって青色光電変換部 22B 下の電荷転送部（転送 CCD）50 で行われる。緑色光電変換部 21G や赤色光電変換部 21R が形成される半導体層（例えば SOI 層）11 直下には保持ゲート V_h, V_h, \dots および転送ゲート $\phi a, \phi b, \dots$ が形成されていて、転送ゲート $\phi 1, \phi 2, \dots$ は保持ゲート V_h , 転送ゲート ϕa , 保持ゲート $V_h, \phi b, \dots$ を介して配置されているので、緑色、赤色の露光波長の光には影響されない。

【0043】

次に、上記第 2 固体撮像素子の読み出し動作の一例を、図 6 のタイミングチャートによって説明する。

【0044】

図 6 に示すように、転送ゲート ϕa が ON の時、例えば、緑色信号を読み出すときは、転送ゲート $\phi 1, \phi 3$ (図示せず), \dots も ON であり、したがって、緑色光電変換部で光電変換されて電荷保持転送部に保持されていた緑色信号が転送ゲート $\phi a, \phi b, \dots$ により転送ゲート $\phi 1, \phi 3$ (図示せず), \dots の電荷転送部に送られ、さらに転送ゲート $\phi 1, \phi 2, \phi 3$ (図示せず), \dots によって図示はしない増幅器に転送される。また、赤色信号を読み出すときは、緑色信号を読み出した後、緑色信号に赤色信号が読み込まれないようにするために必要な所定

時間Tをおいてから、赤色信号の読み出し動作に入る。赤色信号の読み出しでは、転送ゲート $\phi 2$, $\phi 4$ (図示せず), ...がONになっていて、転送ゲート ϕa によって赤色光電変換部で光電変換されて電荷保持転送部に保持されていた赤色信号が転送ゲート $\phi 2$, $\phi 4$ (図示せず), ...の電荷転送部に送られ、さらに転送ゲート $\phi 1$, $\phi 2$, $\phi 3$ (図示せず), ...によって図示はしない増幅器に転送される。

【0045】

上記実施の形態の構成では、電荷転送部 (転送CCD部) にスミアによるノイズ信号電荷が発生する。しかしながら、青色の電荷転送部50を流れる信号電荷には、電荷転送部50に隣接した赤色 (緑色) の電荷保持転送部40からノイズが入ってこないもので、信号が汚染されることは無い。

【0046】

次に、本発明の第2固体撮像素子の別に電荷転送方法を、図7の平面レイアウト概略図によって説明する。なお、図中の矢印は電荷の転送方向を示す。

【0047】

赤色光電変換部で光電変換して得た信号電荷は、赤色光電変換部下に形成されている電荷転送部を経由しなければ、青色領域の電荷転送部 (転送CCD) に行けない場合を説明する。この場合には、赤色の信号電荷を読み出す前にクリーニング動作を行い、赤色の電荷転送部のノイズ電荷を取り除く。すなわち、図7の(1)に示すように、赤色の電荷転送部 (転送CCD) 50Rからノイズ信号電荷Nを青色領域の電荷転送部 (転送CCD) 50Bに移動させ、そこから連続した青色領域の電荷転送部50Bにより最終段に捨てる。この動作は、緑色の信号電荷についても赤色の信号電荷と同様である。すなわち、緑色の電荷転送部 (転送CCD) 50Gからノイズ信号電荷Nを青色領域の電荷転送部 (転送CCD) 50Bに移動させ、そこから連続した青色領域の電荷転送部50Bにより最終段に捨てる。

【0048】

次いで、図7の(2)に示すように、ノイズ信号電荷Nを除去後、直ちに赤色の読み出しゲートをONし、赤色信号電荷SRを赤色光電変換部から赤色の電荷

転送部 50R に移す。さらに赤色の電荷転送部 50R を ON して、青色領域の電荷転送部（転送 CCD）50B に移動させ、そこから連続した青色領域の電荷転送部 50B により転送する。この動作は、緑色の信号電荷についても赤色の信号電荷と同様である。すなわち、ノイズ信号電荷 N を除去後、直ちに緑色の読み出しゲートを ON し、緑色信号電荷を緑色光電変換部から緑色の電荷転送部 50G に移す。さらに緑色の電荷転送部 50G を ON して、青色領域の電荷転送部（転送 CCD）50B に移動させ、そこから連続した青色領域の電荷転送部 50B により転送する。

【0049】

なお、赤色や緑色の信号電荷が青色の電荷転送部 50B にしか移らない場合には、基本的には上記クリーニング動作を行う必要は無い。その理由は、赤色（緑色）の電荷転送部 50R（50G）にたまったノイズも、もともとは赤（緑）色光から作られた電荷なので、光電変換部で光電変換により得た電荷と電荷転送部にたまったノイズ電荷を足し合わせて信号電荷と考えればよいだけである。その後、その信号電荷を青色の電荷転送部（転送 CCD）50B に送れば、第 1 実施の形態で説明したものと同様になる。

【0050】

ところで、図 7 の（3）に示すように、例えば、緑色光を緑色光電変換部 50G で光電変換した後、順に、緑色電荷転送部（緑色転送 CCD）50G、赤色電荷転送部（赤色転送 CCD）50R、青色電荷転送部（青色転送 CCD）50B、青色電荷転送部（青色転送 CCD）50B、…というように、緑色の信号電荷 SG を、赤色電荷転送部 50R を通して青色電荷転送部 50B に送る場合には、一旦、赤色電荷転送部 50R にあるノイズ電荷をクリーニングしてから送る必要がある。もしクリーニングを行わないと、緑色信号は赤色ノイズと混ざり合い汚染されることになる。

【0051】

このように、赤（緑）色の電荷転送部（転送 CCD）を積極的に用いる場合、赤の信号電荷を読み出す前にクリーニング動作を行い、赤色の電荷転送部内のノイズ電荷を取り除く。すなわち、赤色の電荷転送部からノイズ信号電荷を青色の

電荷転送部に移動させ、そこから連続した青色の電荷転送部により最終段に捨てる。

【 0 0 5 2 】

次に、上記第 1 固体撮像素子の製造方法の一例を図 8 の概略構成断面図によって説明する。

【 0 0 5 3 】

まず、図 8 の (1) に示すように、基板 A として S O I 基板 3 を用意し、その半導体層 (S O I 層) 4 にトレンチ素子分離技術のような既知の素子分離技術にしたがって、素子分離領域 (図示せず) を形成する。また、バルクの半導体基板を用いる場合には、所望の S O I 層の膜厚に相当する深さに例えばトレンチ素子分離領域を形成すればよい。なお、S O I 基板を用いた場合で素子分離領域を形成する必要がない場合には上記素子分離領域は形成しない。

【 0 0 5 4 】

次いで、半導体層 4 に対して、図示はしないが、例えばイオン注入法によって、転送ゲート用埋め込みチャネル (例えば n 型半導体領域)、ポテンシャル障壁 (例えば p 型チャネルストップ領域) 等を形成する。

【 0 0 5 5 】

次いで、既知のゲート電極の形成技術にしたがって、半導体層 4 上にゲート絶縁膜 3 1 を介して読み出しゲート 4 2 (読み出しゲート電極) を形成する。この工程では、まずゲート絶縁膜 3 1 を形成した後、ゲート電極用の多結晶シリコン膜を形成する。次いで、通常のレジストマスクを用いたリソグラフィー技術とエッチング技術を用いて垂直転送方向に配設される読み出しゲート電極 4 2 G を形成する。次いで、不要なレジストを除去した後、読み出しゲート電極 4 2 G を被覆する絶縁膜を形成する。次いで、転送ゲート電極用の多結晶シリコン膜を形成する。次いで、通常のレジストマスクを用いたリソグラフィー技術とエッチング技術を用いて水平転送方向に配設される転送ゲート電極 (図示せず) を形成する。次いで、不要なレジストを除去する。また、青色の信号電荷を読み出すための縦型読み出しゲート (縦型読み出し電極) を形成する場合には、上記ゲート電極の形成に先立ち、半導体層 4 に上記縦型読み出し電極を配設するための溝を形成

する。その後、溝内に例えば多結晶シリコンを埋め込むことにより、青色の信号電荷を読み出すための縦型読み出し電極（図示せず）を形成することができる。

【0056】

その後、上記各ゲート電極を覆う層間絶縁膜6を成膜する。その後、化学的機械研磨（以下CMPという、CMPはChemical Mechanical Polishingの略）によって層間絶縁膜6表面の平坦化を行い、その平坦化した面をもう一つの基板Bに張り合わせる。その後、例えば1000℃、1時間ほどのアニール処理により、脱水素結合させて、基板Aと基板Bの張り合わせ結合を強固にする。

【0057】

次に、基板Aの裏面側を研削する。その後エッチングを行い、SOI基板3の埋め込み酸化膜5と基板Aのシリコンのエッチングレート差でエッチングを停止させる。このようにして、図8の（2）に示すように、SOI基板3の埋め込み酸化膜5が露出される。次に、上記半導体層4に対し所望の不純物分布を得るためのイオン注入を行なう。

【0058】

その後、図示はしないが、既知のオンチップレンズの形成技術やオンチップカラーフィルタの形成技術にしたがって、オンチップレンズ、オンチップカラーフィルタなど仕様に合うように画素を形成する。

【0059】

なお、第2固体撮像素子の製造方法も第1固体撮像素子の製造方法と同様である。すなわち、第2固体撮像素子の製造方法では、第1固体撮像素子の製造方法において、読み出しゲートを形成する際に保持ゲートと転送ゲートを形成し、縦型の読み出しゲートを形成する際に同様に縦型の読み出しゲートを形成すればよい。その他の工程は、第2固体撮像素子の製造方法も第1固体撮像素子の製造方法も同様となる。

【0060】

【発明の効果】

以上、説明したように本発明の第1固体撮像素子によれば、赤色（緑色）のような長波長の光を受光する第1光電変換部下に読み出しゲートを設けたことから

、長波長光の信号電荷を青色のような短波長光を受光する第2光電変換部下に設けられた電荷転送部に移送できる。また、第2固体撮像素子によれば、赤色（緑色）のような長波長の光を受光する第1光電変換部下に保持ゲートと転送ゲートとを設けたことから、長波長光の信号電荷を蓄積した後、その信号電荷を青色のような短波長光を受光する第2光電変換部下に設けられた電荷転送部に移送できる。このため、長波長光の信号電荷を転送する際には、いずれの固体撮像素子においても、従来のように、長波長光が第1光電変換部を突き抜けたとしても、長波長光の信号電荷の転送に影響を及ぼすことが無くなる。このため、電荷転送部に光が進入し、転送している最中の信号電荷にノイズ信号が混入するというスミア問題を解決することができる。

【0061】

本発明の固体撮像素子の第1電荷転送方法によれば、赤色（緑色）のような長波長光は、長波長光を受光する第1光電変換部下に設けた読み出しゲートにより、長波長光の信号電荷を青色のような短波長光を受光する第2光電変換部下に設けられた電荷転送部に移送できる。また、第2電荷転送方法によれば、赤色（緑色）のような長波長は、長波長光を受光する第1光電変換部下に設けた保持ゲートと転送ゲートとにより、長波長光の信号電荷を蓄積した後、その信号電荷を青色のような短波長光を受光する第2光電変換部下に設けられた電荷転送部に移送できる。このため、長波長光の信号電荷を転送する際には、いずれの転送方法においても、従来のように、長波長光が第1光電変換部を突き抜けたとしても、長波長光の信号電荷の転送に影響を及ぼすことが無くなる。このため、電荷転送部に光が進入し、転送している最中の信号電荷にノイズ信号が混入するというスミア問題を解決することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1固体撮像素子およびその第1電荷転送方法に係る実施の形態を示す図面であり、（1）は平面レイアウト図であり、（2）は概略構成断面図である。

【図2】

第1固体撮像素子の転送ゲート電極および読み出しゲート電極を示す図面であり、(1)は平面レイアウト図であり、(2)は概略構成断面図である。

【図3】

固体撮像素子の読み出し動作の一例を示すタイミングチャートである。

【図4】

本発明の第2固体撮像素子およびその第2電荷転送方法に係わる実施の形態の構成を示す概略構成断面図である。

【図5】

第2固体撮像素子の転送ゲート電極および読み出しゲート電極を示す図面であり、(1)は平面レイアウト図であり、(2)は概略構成断面図である。

【図6】

第2固体撮像素子の読み出し動作の一例を示すタイミングチャートである。

【図7】

本発明の固体撮像素子の第2電荷転送方法を示す平面レイアウト概略図である。

【図8】

第1固体撮像素子の製造方法の一例を示す概略構成断面図である。

【図9】

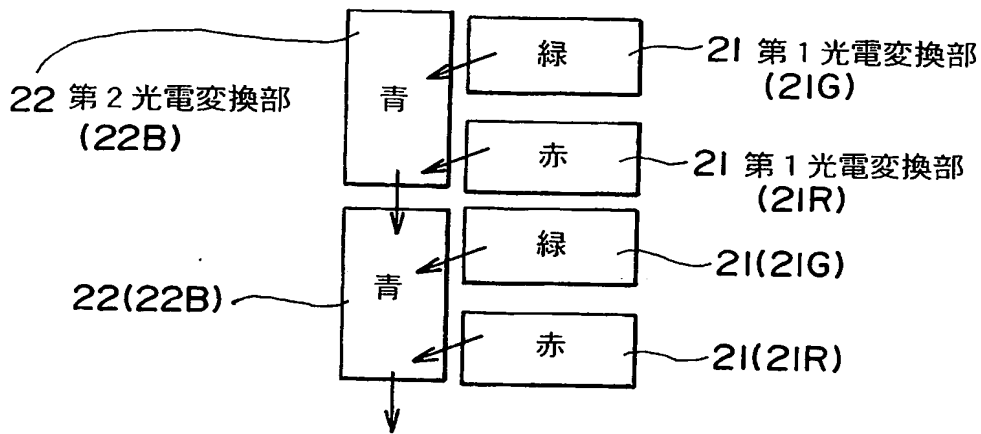
光電変換部の深さをパラメータとした転送CCDの半導体領域の深さとスミアの発生率との関係図である。

【符号の説明】

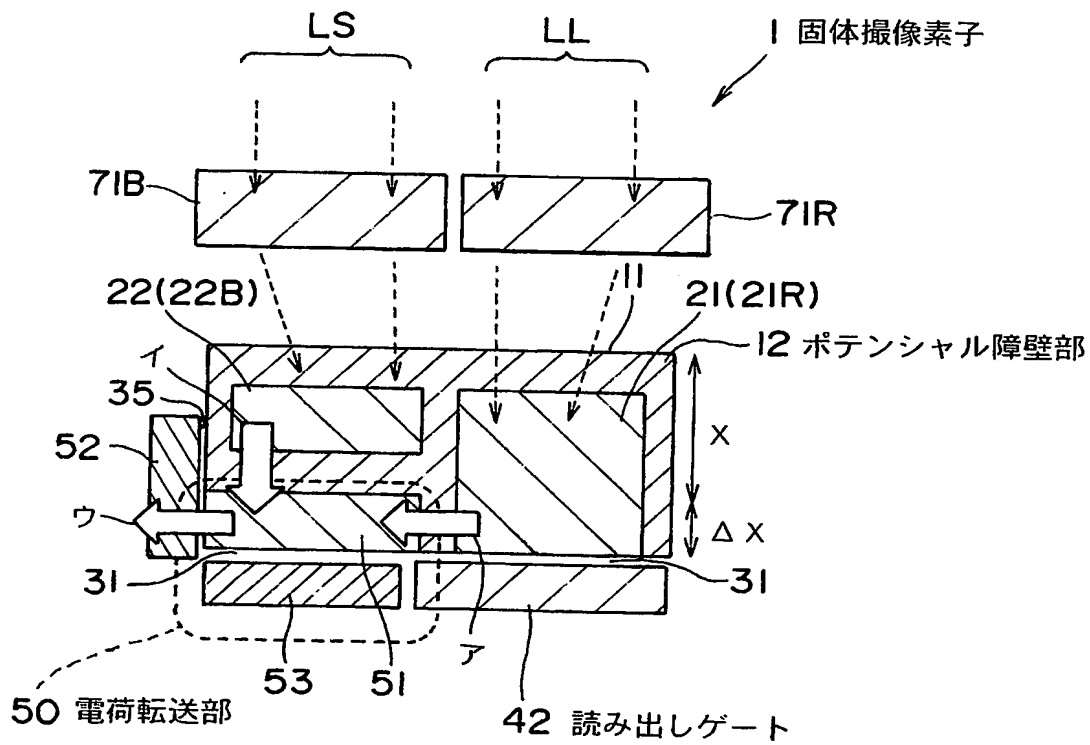
1…固体撮像素子、12…ポテンシャル障壁部、21…第1光電変換部、22…第2光電変換部、42…読み出しゲート、50…電荷転送部

【書類名】 図面

【図 1】

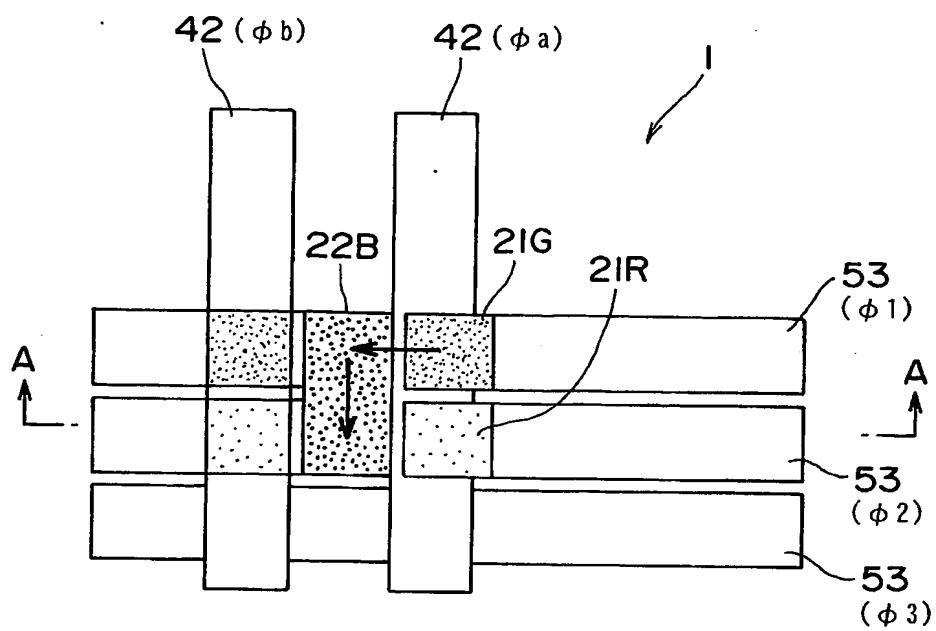


(1)

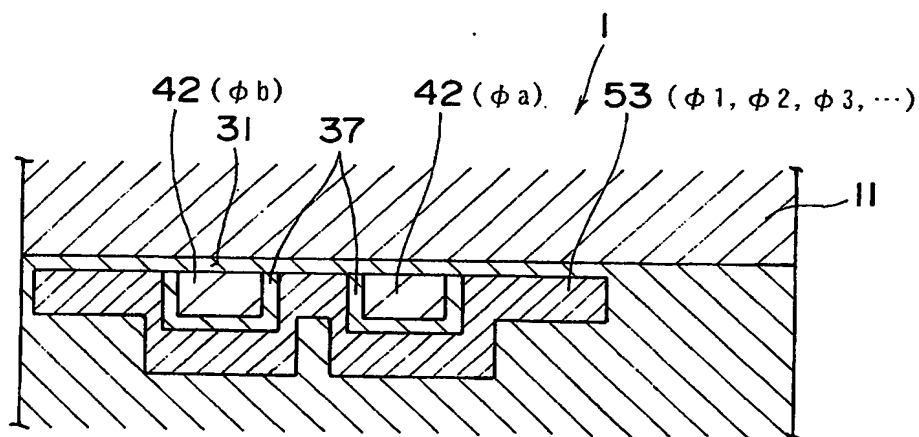


(2)

【図 2】

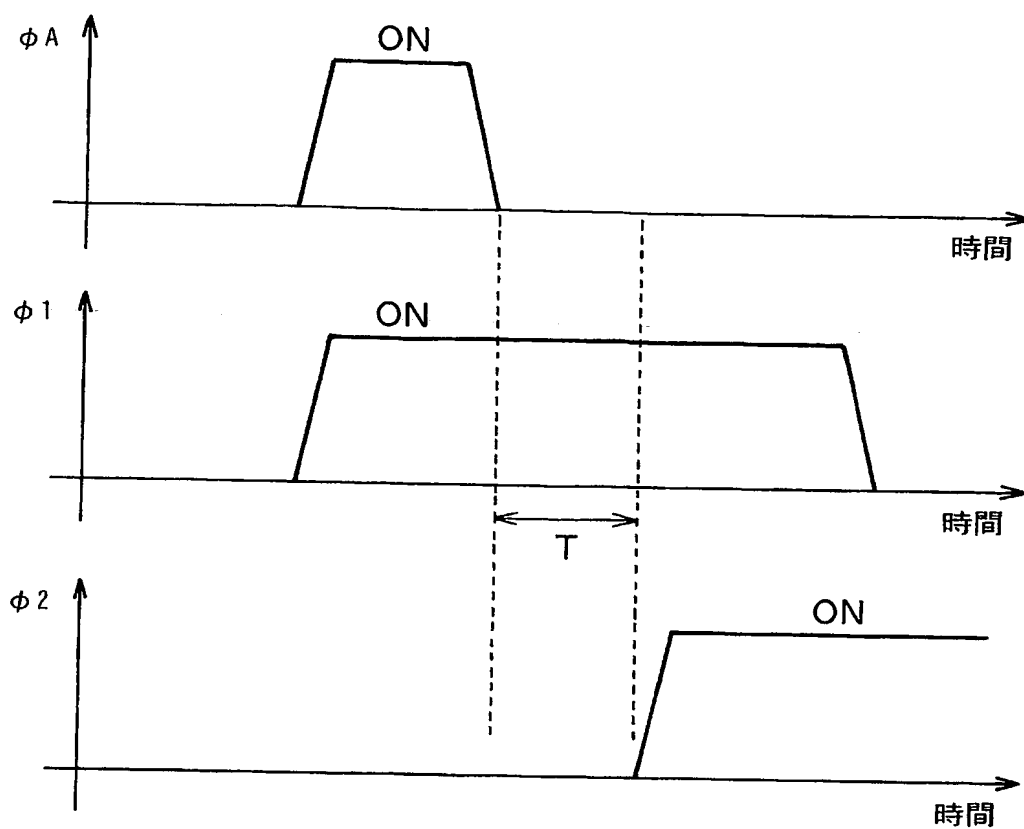


(1)

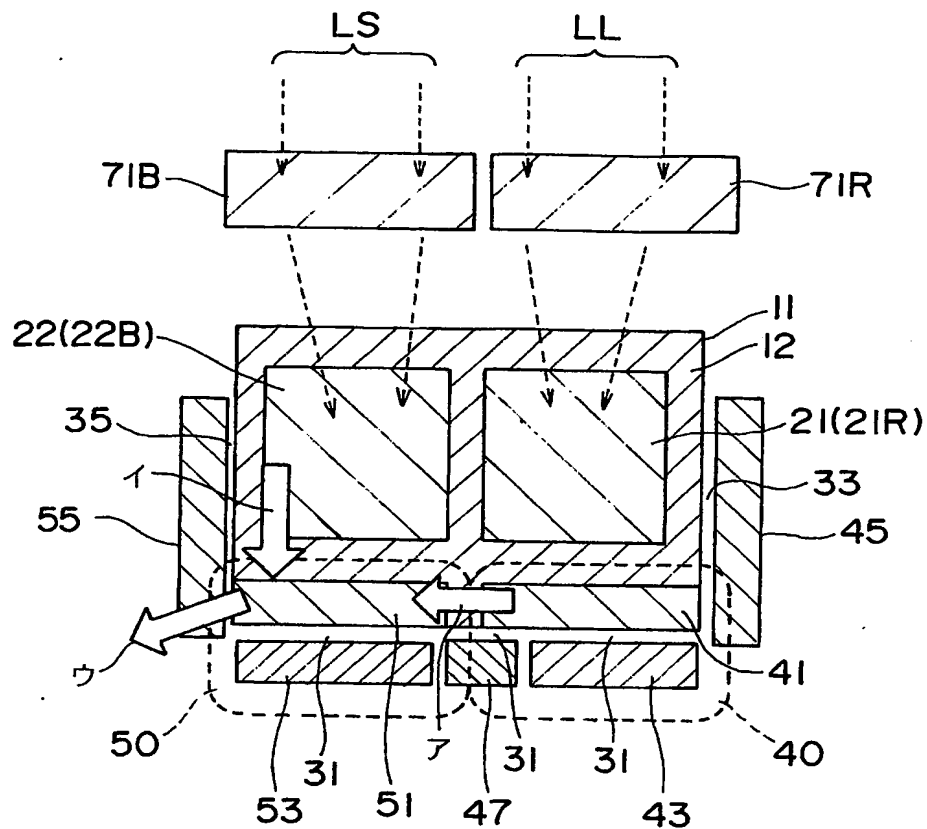


(2)

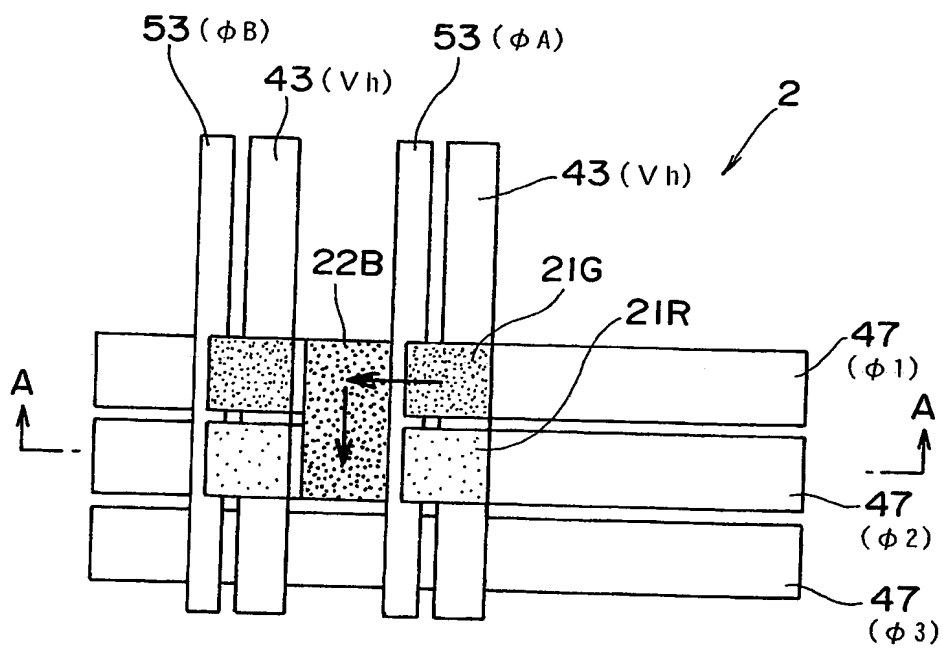
【図 3】



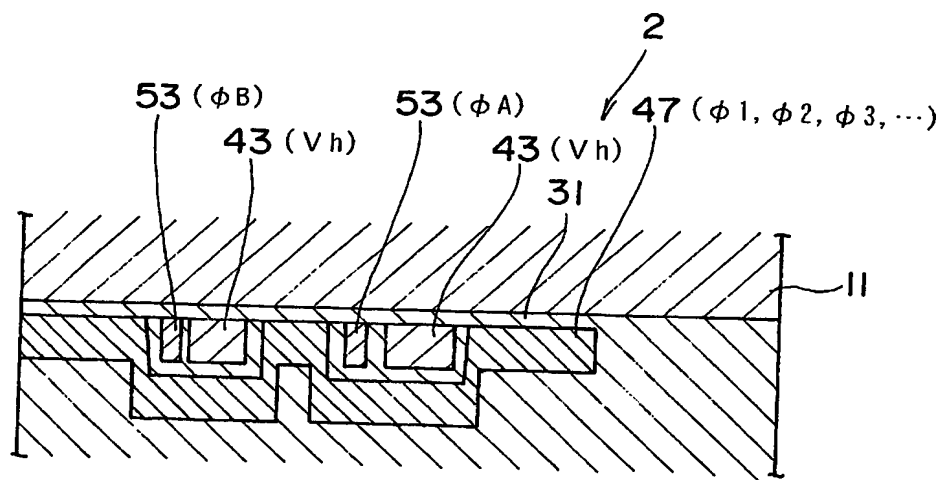
【図 4】



【図 5】

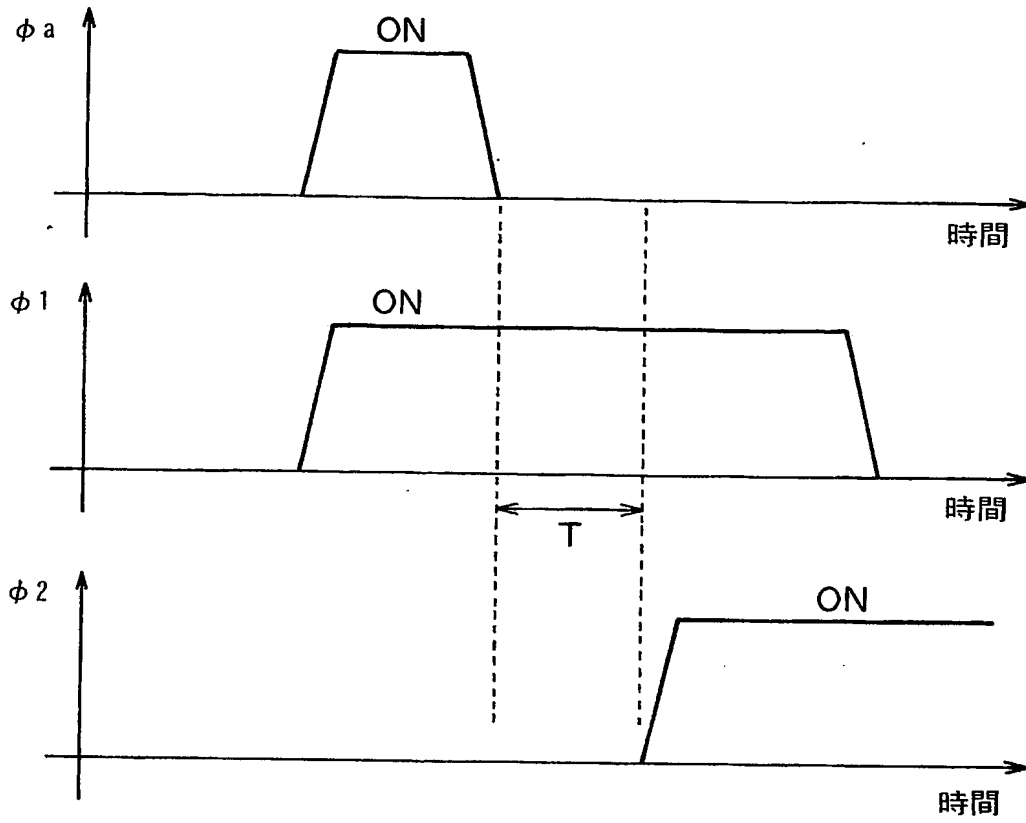


(1)

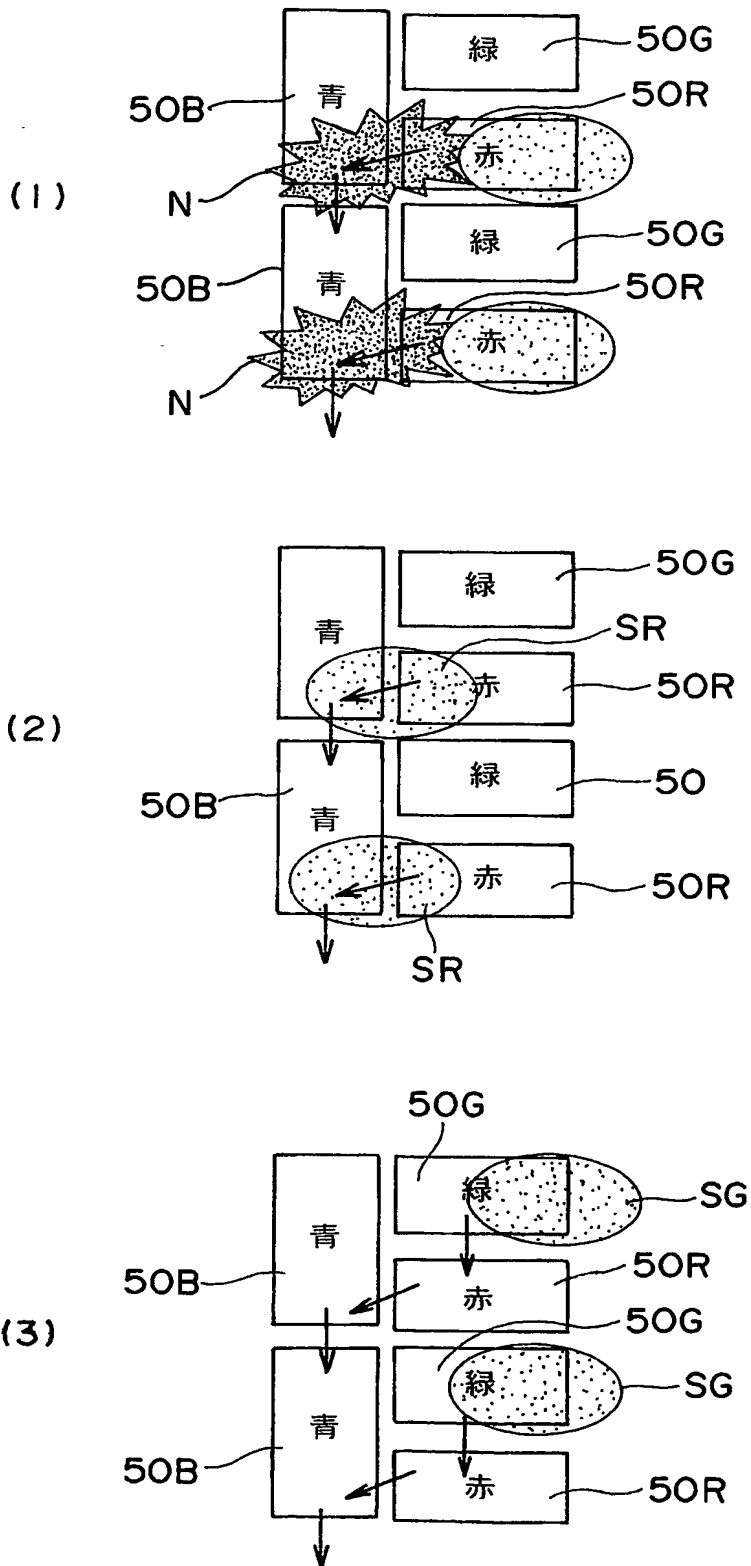


(2)

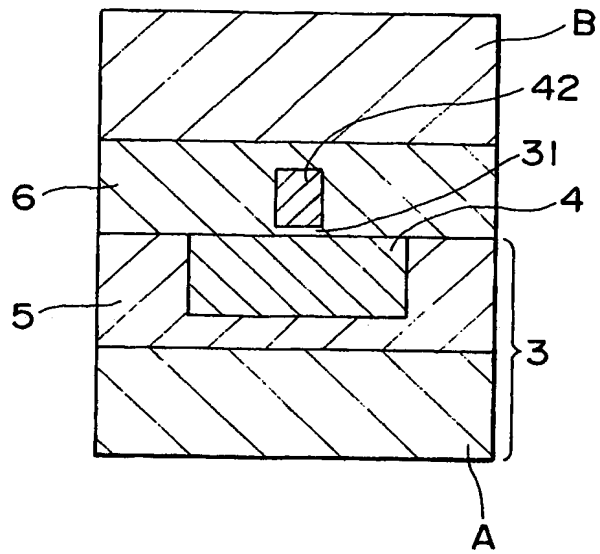
【図 6】



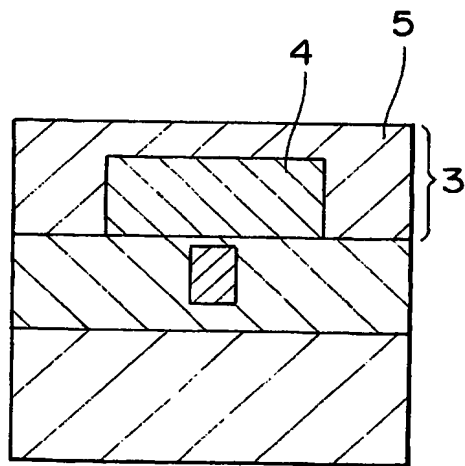
【図 7】



【図 8】

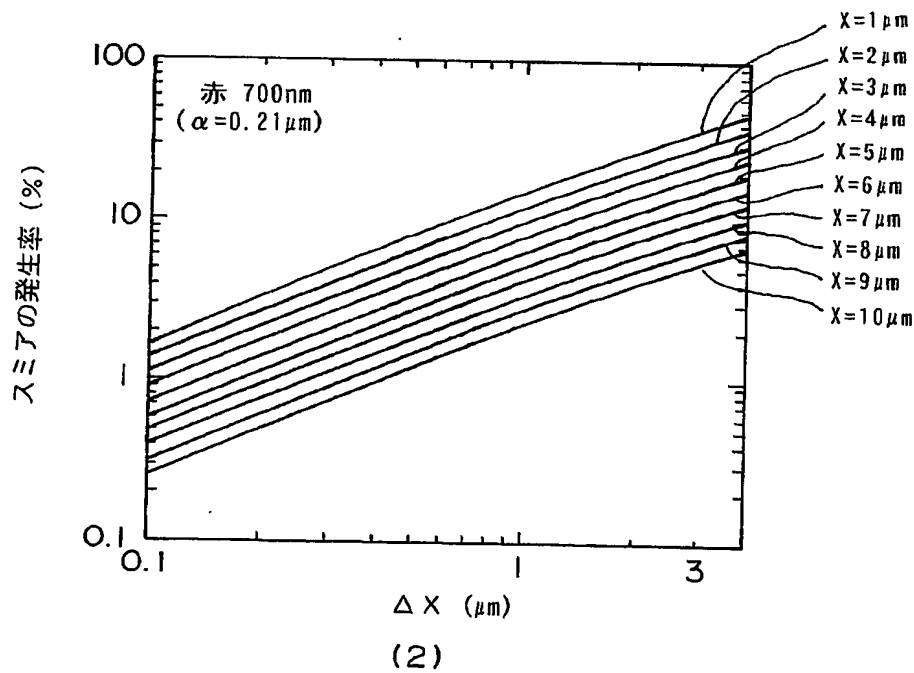
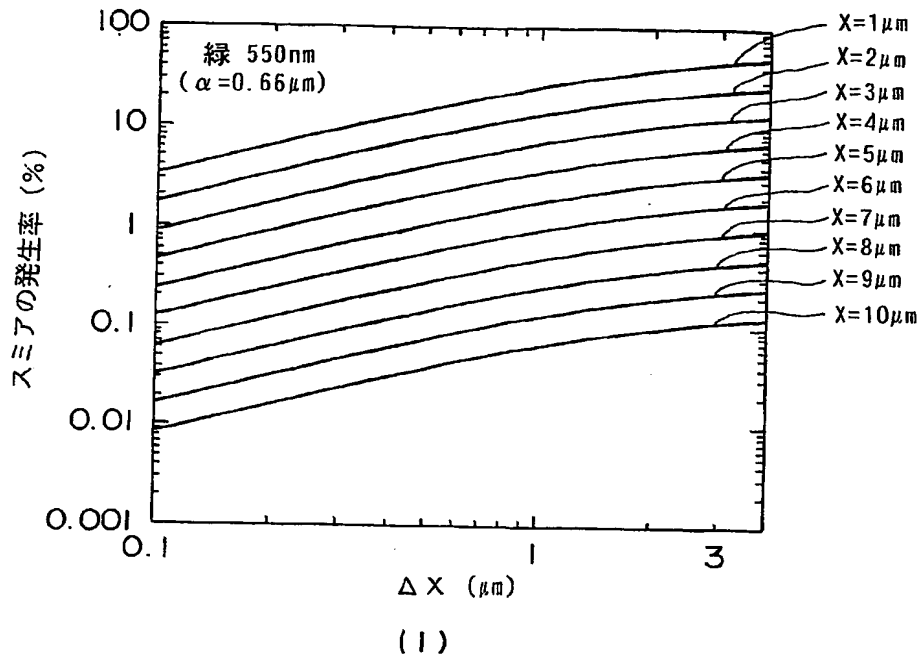


(1)



(2)

【図 9】



【書類名】

要約書

【要約】

【課題】 長波長光を受光して得た信号電荷を転送している際に、その信号電荷にノイズ信号が混入するというスミア問題を解決する。

【解決手段】 光電変換部と電荷転送部とが積層構造を有する固体撮像素子であって、前記光電変換部は、第1光電変換部21と前記第1光電変換部21が受光する光よりも短い波長の光を受光する第2光電変換部22とがポテンシャル障壁部12を介して隣接して配置され、前記第1光電変換部21下には、前記第1光電変換部21で生成した電荷を前記第2光電変換部22下に設けられた電荷転送部50に移送する読み出しゲート42が備えられているものである。

【選択図】

図1

特願 2 0 0 2 - 3 7 3 4 1 4

ページ： 1/E

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 1 8 5]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号

氏 名

ソニー株式会社